



Actes des journées coton du Cirad

Montpellier, du 17 au 21 juillet 2000

Programme Coton
Cirad-ca



Résistance variétale aux Jassides : résultats saillants de la campagne 1999 en Thaïlande

RENOU Alain, Programme Coton, Montpellier.

Introduction

En Thaïlande les fortes pressions en jassides sont l'une des contraintes phytosanitaires majeures à la culture cotonnière. Des moyens chimiques efficaces existent pour les combattre mais, la culture de variétés résistantes demeure la voie la moins chère et la moins nocive vis à vis de l'environnement et de la santé humaine. Parmi les mécanismes impliqués dans la résistance variétale aux jassides, la limitation des pontes de ce ravageur semble jouer un rôle très important. D'autre part depuis 1929 la pilosité foliaire a été identifiée comme l'un des principaux facteurs variétaux procurant une résistance aux jassides chez le cotonnier. Cependant, elle n'a pas été prise en compte dans les créations variétales en Thaïlande du fait de possibles influences néfastes de ce caractère sur les performances technologiques des variétés et sur leur sensibilité à d'autres ravageurs.

Pendant plusieurs campagnes, les travaux conduits en Thaïlande ont confirmé l'importance de la limitation des pontes parmi les mécanismes de résistance aux jassides chez le cotonnier. L'intérêt de la pilosité foliaire pour conférer une résistance aux jassides, malgré quelques divergences sur les caractères de pilosité les plus importants, a été réaffirmé, mais d'autres facteurs variétaux, comme la longueur de la nervure médiane, ont été soupçonnés d'intervenir. D'autre part, il est apparu que la résistance variétale aux jassides chez le cotonnier ne s'accompagnait pas d'une part de plus grandes sensibilités vis à vis d'autres ravageurs présents en Asie du sud-est et d'autre part de moins bonnes caractéristiques technologiques. Les études entreprises en 1999 sur la station de Suwan (province de Nakhon Ratchasima en Thaïlande) ont permis de compléter une partie de ces résultats.

Matériel et méthodes

Une centaine de variétés (les mêmes que celles étudiées depuis 1997) a été mise en observation sans dispositif statistique. Chaque variété a été semée à la mi-juillet sur une ligne de 2 mètres de long à raison de 0,25 mètre entre poquets et de 2 plants par poquet au démariage. De la levée et jusqu'au 75^{ième} jour après la levée une protection insecticide maximale (mais sans traitement de semence) a été appliquée pour éviter tous dégâts (surtout foliaires) imputables à des ravageurs.

A partir du 50^{ième} jour après la levée, la croissance des feuilles dès leur apparition sur la tige principale a été suivie par variété. Au total 30 feuilles de la tige principale ont été marquées par variété à trois dates différentes espacées d'une semaine (10 feuilles par date). La longueur de la nervure médiane comme l'espace entre le nectaire et le point d'insertion du pétiole ont été relevés par feuille à 5 dates (espacées d'une semaine et débutant 5 jours après leur apparition sur la tige principale). Du 75 au 90^{ième} jour après la levée, sur 5 plants par variété, au niveau de la position 1 de chaque branche fructifère à partir du sommet du plant jusqu'au 6^{ième} noeud en descendant, quelques caractéristiques des organes fructifères ont été relevées : longueurs maximale et minimale de la couronne de sépales et la densité de glandes à gossypol y figurant (estimée à

partir de 11 mm² en moyenne). De 2 à 6 organes ont été observés selon les positions et les variétés.

Au 90^{ème} jour après la levée, à partir de 5 plants par variété la production de sites fructifères (sur les branches végétatives comme sur les branches fructifères) a été relevée. Toujours à partir du 90^{ème} aucune protection insecticide n'intervenant deux autres observations ont complété cette étude de la campagne 1999. La première qui concernait les infestations d'aleurodes et de jassides par feuille, ne fut réalisée que pour 26 variétés. A quatre dates (espacées d'une semaine) 40 feuilles (de tailles très différentes : cinq classes avaient été définies) étaient observées par variété pour les populations d'aleurodes adultes et de jassides qu'elles hébergeaient, la longueur de leur nervure médiane étant parallèlement relevée. Enfin, pour chacune des cent variétés, 30 feuilles (de tailles très différentes: cinq classes les mêmes que pour l'observation précédente) ont été prélevées à quatre reprises (espacées de 12 jours). Après l'avoir débarrassé de tout ravageur et noté la longueur de sa nervure médiane, chaque feuille était placée individuellement en observation pendant 12 jours dans un sachet de cellophane hermétique afin de noter les émergences de jeunes jassides et de suivre le développement des populations par feuille.

La plupart des résultats obtenus au cours de la campagne 1999 ont été rapprochés de ceux relatifs aux infestations de ravageurs obtenus pendant des campagnes 1997 (sans protection insecticide) et 1998 à Suwan (avec une protection totale contre les jassides).

Résultats

Croissance foliaire

Selon la variété, de 12 à 30 feuilles ont pu être suivies dans leur croissance à partir du 5^{ème} jour après leur apparition sur la tige principale. Peu de différences apparaissent entre variétés dans la longueur de la nervure médiane des feuilles 5 jours après leur apparition sur la tige principale. Les différences variétales s'accroissent par la suite. La variété présentant les feuilles les plus longues est originaire du Cameroun (IRMA OKRA 1110) et celle présentant les feuilles les plus petites du Bangladesh UPA (57)-17. La variété COKER 100 wilt mise à part car nectariless, les différences variétales pour la distance séparant le nectaire du point d'insertion du pétiole sont plus faibles. La variété IRMA OKRA 1110 présente encore les distances les plus grandes entre nectaire et point d'insertion du pétiole alors la variété SALID 1, originaire de Thaïlande, offre les plus faibles.

Des coefficients de corrélation significatifs sont observés entre les infestations hebdomadaires moyennes (5 semaines) de jassides enregistrées par feuille en 1997 et les longueurs de la nervure médiane (ou les distances entre le nectaire et le point d'insertion du pétiole) des feuilles âgées d'au moins 19 jours (r de l'ordre de 0,4). Ces relations sont toujours plus fortes avec la longueur de la nervure médiane qu'avec la distance entre le nectaire et le point d'insertion du pétiole et avec les premiers stades larvaires qu'avec les suivants ou les adultes. Cependant, de nombreux chercheurs ayant montré (ou soupçonné) un lien entre la dimension des feuilles et les populations de jassides ces résultats peuvent ne pas surprendre. De fait ces relations apparaissent plus faibles (r de l'ordre de 0,2) lorsque l'on considère les populations de jassides par feuille (tous stades

confondus) pondérées par la dimension des feuilles estimée par la longueur de la nervure médiane. On retrouve d'autre part des coefficients de corrélation du même ordre de grandeur mais seulement entre la longueur de la nervure médiane de feuilles âgées de 19 jours et les estimations de pontes par adulte à partir de la deuxième semaine de vie de la feuille (selon les résultats de l'année 1997).

En conclusion, il est possible que la longueur de la nervure médiane soit un caractère variétal de résistance aux jassides, comme nous l'avions supposé en 1998 dans une étude à propos des effets d'un régulateur de croissance, mais son rôle qui n'est certainement pas très important (au regard des valeurs des coefficients de corrélation) ne se manifesterait pas au début de la croissance des feuilles.

Densité de glandes à gossypol dans les sépales

En fonction de la variété et du numéro d'ordre de la branche fructifère (à partir du sommet du plant), de 2 à 5 organes fructifères furent prélevés pour réaliser ces observations. Cinq variétés ne possédaient pas de glande à gossypol au niveau des sépales : D202-14 gl, PAK gl, DELTAPINE SL gl, REX gl et LP5 gl. Pour les autres variétés, au fur et à mesure que l'organe vieillit la densité de glandes à gossypol diminue dans les sépales et différences entre variétés s'atténuent.

En rapprochant ces observations des infestations d' *Helicoverpa armigera* (Hübner) enregistrées en 1997 (sans protection insecticide) et en 1998 (avec une protection totale contre les jassides) aucune relation significative n'apparaît. Ce résultat ne surprend pas puisque des différences variétales d'infestations en *H. armigera* significatives n'avaient été notées qu'en 1998 et seulement pour les pontes et les jeunes larves (<1cm). Ces différences variétales qui étaient probablement dues à des différences variétales d'attraction ne peuvent en effet s'expliquer par un facteur qui nuirait plutôt au développement des chenilles.

A l'inverse il est possible que la teneur en glandes à gossypol des variétés intervienne comme facteur de résistance aux jassides car des coefficients de corrélation significatifs apparaissent avec les densités de glandes à gossypol sur les sépales et les infestations moyennes hebdomadaires de jassides par feuille tous stades confondus ($r = -0,218$ et $r = -0,210$ pour les densités observées sur les 5^{ème} et 6^{ème} branches fructifères). Mais comme pour la longueur de la nervure médiane, ce rôle de la densité de glande à gossypol est à relativiser en raison des valeurs absolues de ces coefficients même si les variétés sans glande à gossypol sont en moyenne significativement plus infestées que les autres variétés (2,21 jassides par feuille contre 2,03 avec $F = 8,01$).

Caractéristiques de la fructification

Malgré de grandes variations entre variétés dans le nombre de branches végétatives (0,2 à 6,0 par plant), le nombre de branches fructifères (14,4 à 22,0 par plant), le numéro du noeud de la première branche fructifère (4,4 à 9,2) et les nombres de sites fructifères produits sur les branches végétatives (1,0 à 51,6 par plant) ou sur les branches fructifères (28,8 à 81,0 par plant), une seule relation significative a pu être mise en évidence entre ces caractéristiques et les infestations d' *H. armigera* : celle entre les pontes enregistrées en 1998 et le nombre de branches végétatives par plant.

Sensibilité aux aleurodes

Pour chacune des 26 variétés, il est apparu que plus les populations d'aleurode adultes par feuille étaient élevées plus celles de jassides (tous stades confondus) étaient faibles : toutes les feuilles (ou presque) se trouvent réparties sous une hyperbole liant ces deux types d'infestation. Ce résultat confirme l'hypothèse que nous avons émise à l'issue des deux campagnes 1994 et 1997 à savoir qu'une compétition pouvait exister entre ces deux ravageurs pour la colonisation des feuilles de cotonnier. La présence de jassides sur une feuille pourrait la rendre moins attractive pour les adultes d'aleurode car le comportement de ponte pourrait être perturbé.

D'autre part, pour chacune des variétés des liaisons différentes apparaissent entre la longueur de la nervure médiane et les infestations en ces deux ravageurs. Pour bon nombre d'entre elles un pic d'infestation en jassides apparaît ce qui confirme des résultats antérieurs sur l'influence de l'âge de la feuille dans les infestations. A l'inverse aucune liaison bien nette est notée à propos des infestations d'aleurodes adultes même si une tendance à l'augmentation des infestations lorsque la feuille vieillit semble se dessiner pour certaines variétés.

Pontes de jassides

Toutes variétés confondues, les taux de feuilles ayant permis l'observation de jeunes jassides furent de : 9,7 % au 20 octobre, 19,9 % au 2 novembre, 18,2 % au 11 novembre et 18,2 % au 24 novembre. Selon les variétés, toutes dates de collecte confondues, le taux de feuilles ayant permis l'observation de jeunes jassides a varié de 0,8 % à 43,3 %. Malgré l'absence de dispositif statistique permettant de comparer les variétés et le choix non aléatoire de feuilles, un très bon coefficient de corrélation a été obtenu entre ces taux de feuilles permettant l'observation des jassides par variété et les infestations hebdomadaires moyennes observées par variété en 1997 ($r = 0,611$). Ce résultat confirme l'importance de la réduction des pontes parmi les mécanismes de résistance aux jassides chez le cotonnier.

En utilisant les courbes de croissance des feuilles obtenues par variété, il fut possible pour 90 d'entre elles de déterminer à la fois les âges minimal et maximal des feuilles ayant permis l'observation de jeunes jassides ainsi que l'âge de la feuille ayant permis le maximum d'éclosions de jeunes nymphes. Compte tenu d'une incubation de l'ordre de 4 jours, les pontes de jassides ont lieu très tôt sur les feuilles puisque pour 81,1 % des variétés des éclosions de nymphes ont pu être observées sur des feuilles âgées de 6 à 7 jours. Le maximum d'éclosions est observé sur

des feuilles âgées de moins de 11 jours (pour 62,2 % des variétés) et aucune éclosion n'est observée pour des feuilles âgées de plus 19 jours (pour 91,1 % des variétés).

En rapprochant ces résultats des infestations hebdomadaires moyennes de jassides (tous stades confondus) observées en 1997, des coefficients de corrélation significatifs sont notés. Malgré de faibles écarts entre les variétés, il semble bien que les plus sensibles aux jassides soient celles qui présentent le plus tôt des caractères foliaires favorables aux pontes de ces ravageurs. Cependant, c'est surtout la durée pendant laquelle une feuille présente des caractères favorables aux pontes de jassides qui est le mieux corrélée aux infestations de l'année 1997.

Au fur et à mesure de la croissance d'une feuille, certaines de ses caractéristiques changent. En ce qui concerne la pilosité, seule la densité de poils décroît car la longueur des poils reste inchangée (étude conduite à partir de 500 feuilles de SRI SAMRONG 60 en 1997). La pilosité étant souvent mentionnée comme l'un des principaux facteurs variétaux de résistance aux jassides, les pontes ne pourraient pas donc avoir lieu tant que la densité de poils est trop élevée c'est à dire au cours des premiers jours de croissance des feuilles. Ainsi le coefficient de corrélation négatif avec l'âge minimal de la feuille à partir duquel des éclosions furent notées s'explique. Cela rejoint une hypothèse que nous avons émise en 1997 : la résistance aux jassides pourrait être liée à la précocité d'apparition de caractères favorables à leurs pontes au niveau des feuilles. Cependant ce coefficient de corrélation est relativement faible (de l'ordre de 0,25 du fait de faibles variations entre variétés) de sorte que l'importance des pontes par adulte au début de la croissance des feuilles doit intervenir de façon prépondérante pour expliquer les différences variétales de sensibilité aux jassides comme nous l'avons montré en 1997. Mais ce dernier critère (pontes / adulte) n'est pas corrélé à la précocité d'apparition sur les feuilles de caractères favorables aux pontes (estimée dans cette étude). Si la pilosité est toujours le premier facteur impliqué dans la résistance aux jassides, seules les différences variétales de longueur des poils interviendraient pour expliquer les différences variétales de sensibilité aux jassides (importance des pontes) dès que la densité de poils le permet. A l'inverse, l'existence d'un coefficient de corrélation satisfaisant avec la période pendant laquelle une feuille présente des caractères favorables aux pontes de jassides et qu'à partir d'un certain âge les feuilles ne présente plus ces caractères, suppose que des facteurs variétaux autres que la pilosité foliaire interviennent car cette dernière présentera des caractéristiques de plus en plus favorables (densité de poils plus faibles) aux pontes de jassides lorsque la feuille vieillira. Ces deux remarques laissent supposer qu'une densité minimale de poils est requise en premier lieu pour conférer une résistance aux jassides. Elle pourrait être déterminée par des études plus fines au niveau des pontes de jassides en liaison avec l'âge de la feuille associées à un suivi de l'évolution des caractéristiques de pilosité lorsque la feuille vieillit.

Conclusions

Les quelques études conduites en 1999 à partir des 100 variétés (introduites en Thaïlande depuis 1997) ont permis de compléter un certain nombre de résultats obtenus antérieurement. Vis à vis des jassides, l'importance de la limitation des pontes parmi les mécanismes de résistance variétale (non préférence) a été confirmée. Plus la durée pendant laquelle une feuille présente des caractères favorables aux pontes de jassides est longue plus la feuille est infestée. La précocité d'apparition de ces caractères favorables (densité de poils étant soupçonnée jouer un rôle important) sur la feuille a la même influence bien qu'à un degré moindre. Lorsque la feuille vieillit, il est vraisemblable que des caractères variétaux autres que la pilosité foliaire interviennent dans la limitation des pontes de jassides (épaississement de la cuticule, diminution de la turgescence des tissus, faible longueur de la nervure médiane, etc). Cette dernière caractéristique (la longueur de la nervure médiane) semble d'ailleurs intervenir, même à faible niveau, pour expliquer des différences de pontes par adulte lorsque la feuille est âgée d'au moins 3 semaines. La densité de glandes à gossypol des variétés (mesurée au niveau des sépales dans l'étude de 1999) pourrait aussi, bien qu'à un faible niveau, participer à la résistance variétale aux jassides. Mais, la pilosité foliaire restera le premier facteur variétal procurant une résistance aux jassides chez le cotonnier. Enfin, un phénomène de compétition semble bien exister entre jassides et aleurodes adultes pour la colonisation des feuilles de sorte que les variétés résistantes aux jassides apparaîtront toujours plus infestées en aleurodes dans des contextes où les jassides exercent de fortes pressions.

Malgré de fortes différences dans les densités de glandes à gossypol au niveau des sépales et dans les caractéristiques de la fructification de variétés au 90^{ième} jour de culture, ces caractères ne semblent pas pouvoir expliquer les différences d'infestations en *H. armigera* observées en 1998 (surtout dans les pontes et les jeunes chenilles). D'autres facteurs explicatifs doivent être recherchés (peut être les longueurs des bractées) car aucune liaison significative n'était apparue en 1998 avec d'autres observations physiologiques relatives à la fructification.

Figure 1 : distributions des variétés pour la longueur de la nervure médiane de la feuille à différents âges.

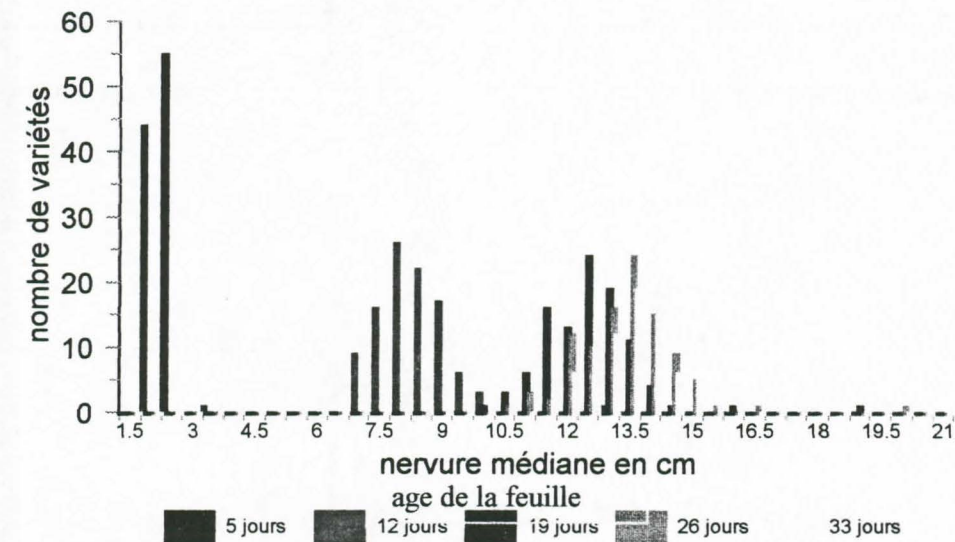


Figure 2 : distributions des variétés pour la distance pétiole nectaire à différents ages de la feuille

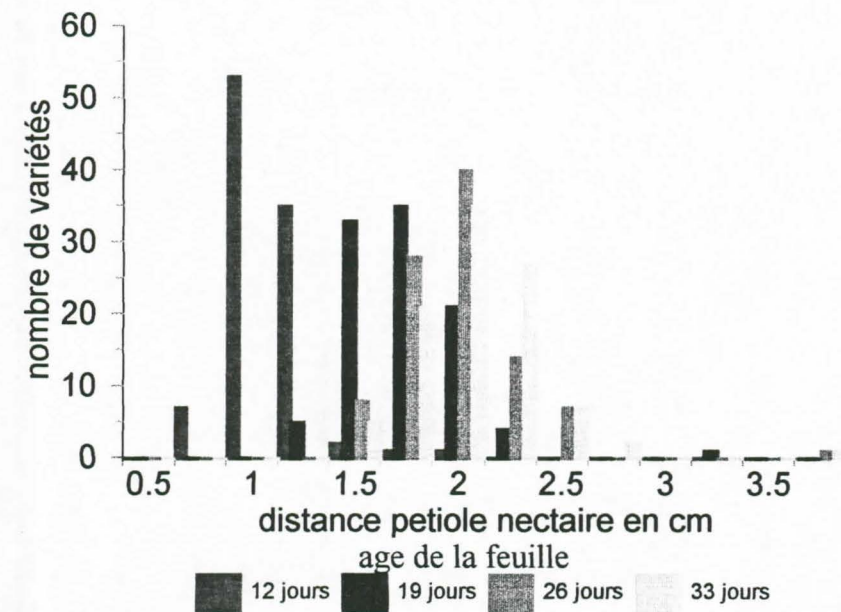
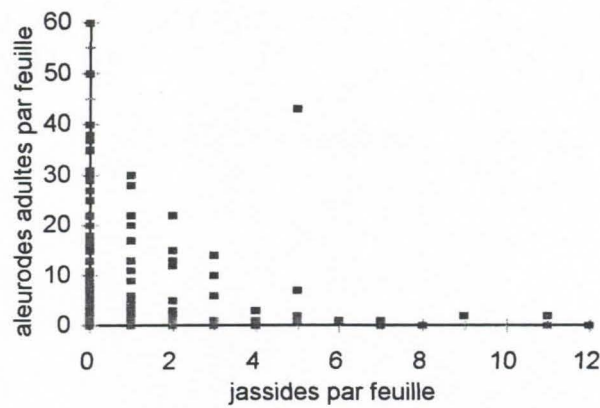
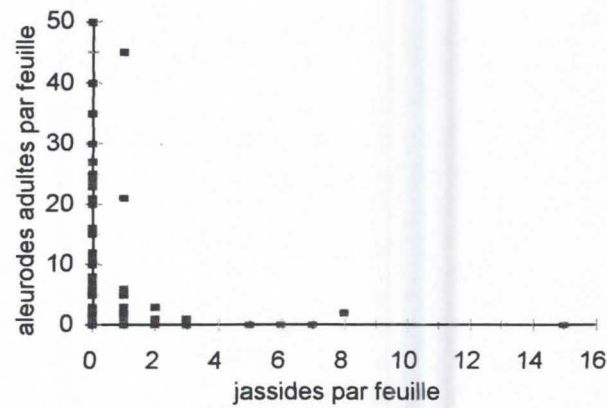


Figure 3 : Relations entre populations d'aleurodes adultes et de jassides par feuille

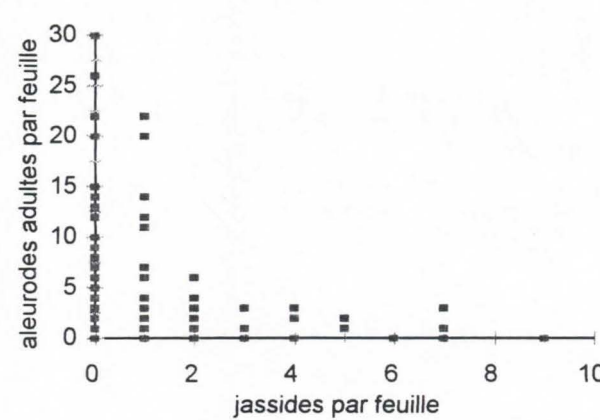
F135 J129



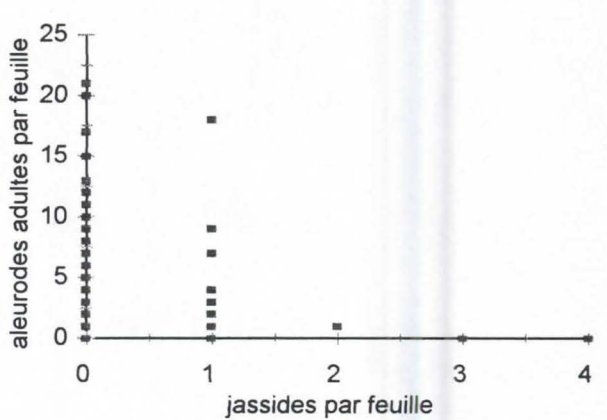
STAM 86



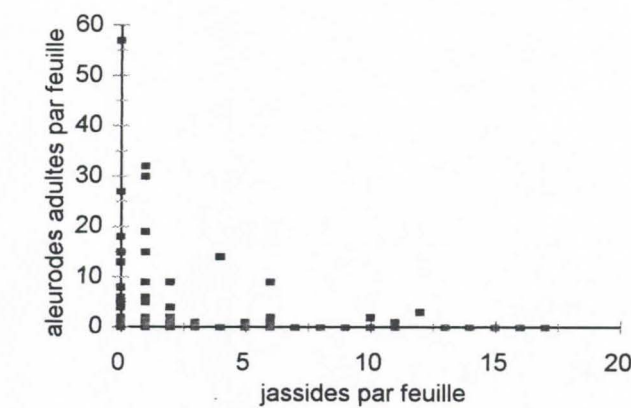
97 16-4



M4



ACALA



DC 534 3

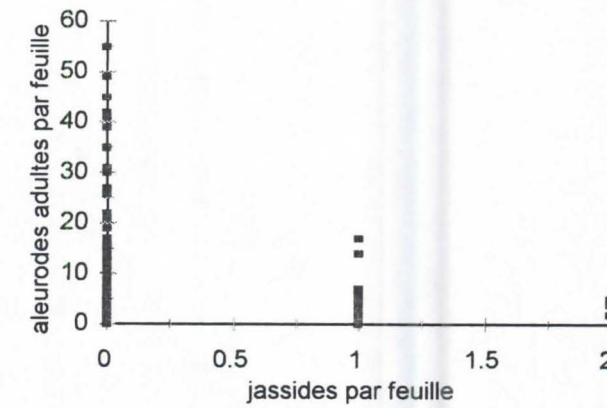
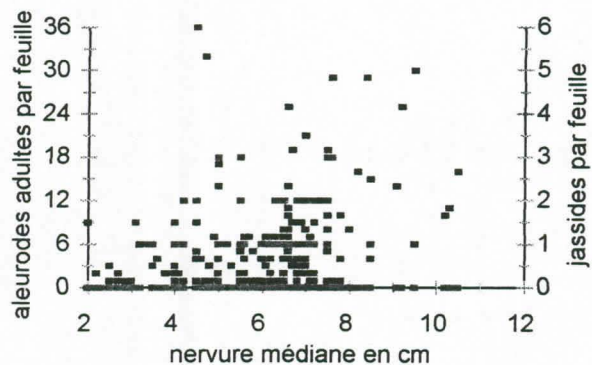


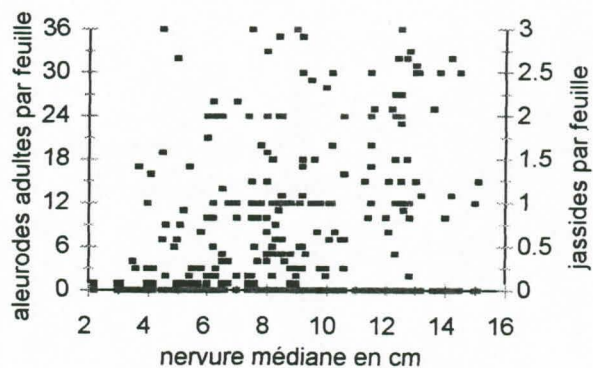
Figure 4 : Liaisons entre longueur de la nervure médiane et population de jassides et d'aleurodes adultes par feuille

UPA (57) 17



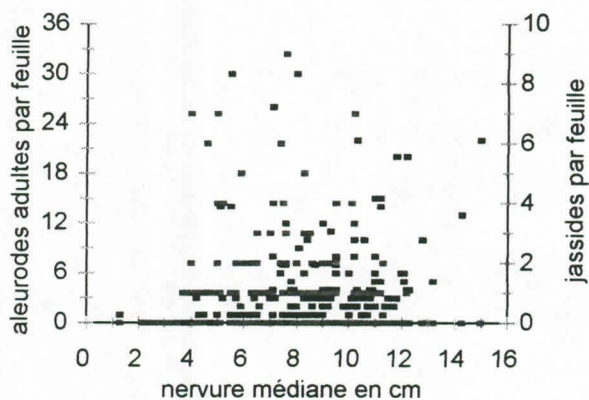
■ whitefly adults ■ jassids

CB 2472-3



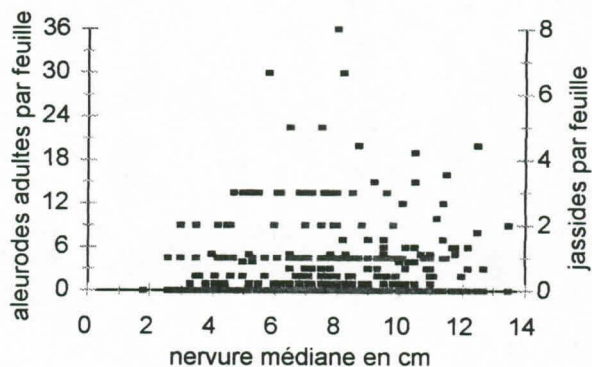
■ whitefly adults ■ jassids

96-17-4



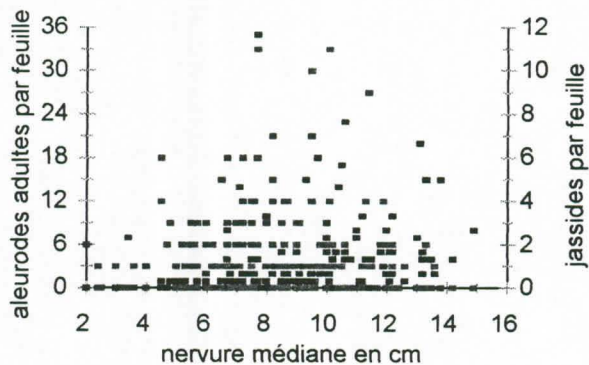
■ whitefly adults ■ jassids

GAMBIA RA-8- 2



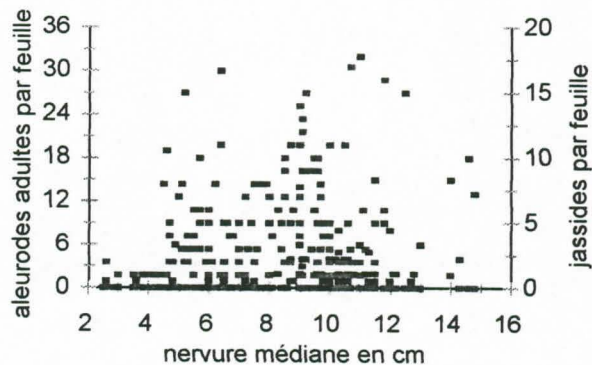
■ whitefly adults ■ jassids

ZA 73 M



■ whitefly adults ■ jassids

ACALA



■ whitefly adults ■ jassids

Figure 5 : Distributions cumulées des variétés pour les éclosions de jassides en fonction de l'âge de la feuille

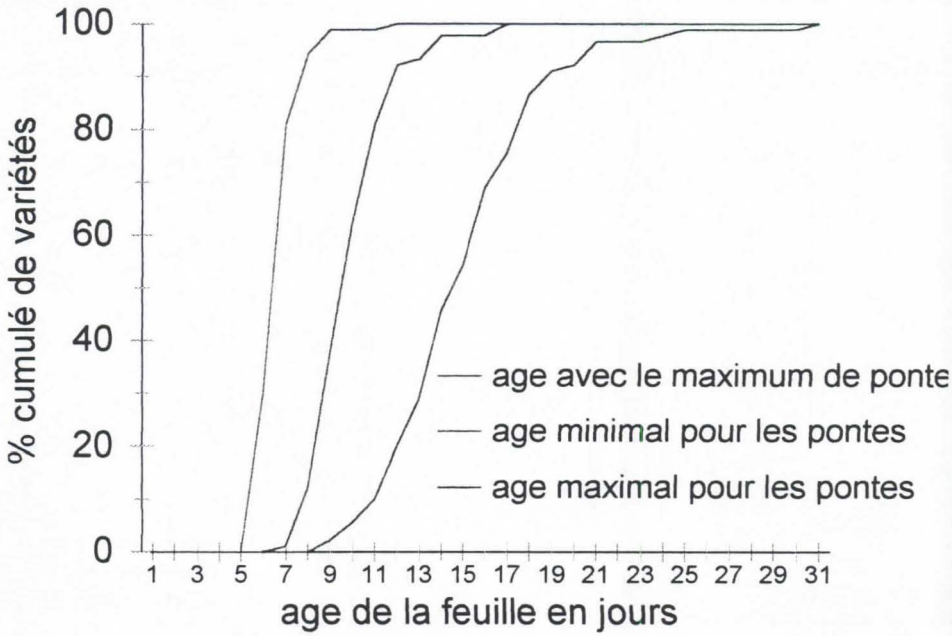


Tableau 1 : relations (coefficients de corrélation pour 100 variétés) entre la dimension de la nervure médiane des feuilles (ou la distance entre nectaire et le point d'insertion du pétiole pour 99 variétés) et les populations hebdomadaires moyennes de jassides par feuille en 1997

	populations hebdomadaires de jassides par feuille			
	adultes	jeunes larves L1+L2	jeunes nymphes L3+L4	nymphes L5
nervure médiane à 5 jours	-0,216	-0,173	-0,163	-0,152
nervure médiane à 12 jours	-0,060	0,099	0,046	0,011
nervure médiane à 19 jours	0,166	0,310	0,276	0,213
nervure médiane à 26 jours	0,216	0,349	0,308	0,237
nervure médiane à 33 jours	0,224	0,347	0,304	0,251
pétiole nectaire à 12 jours	-0,005	0,140	0,081	0,044
pétiole nectaire à 19 jours	0,138	0,263	0,245	0,171
pétiole nectaire à 26 jours	0,149	0,248	0,227	0,156
pétiole nectaire à 33 jours	0,167	0,244	0,235	0,165

Tableau 2 : relations (coefficients de corrélation pour 100 variétés) entre la dimension de la nervure médiane des feuilles (ou la distance entre nectaire et le point d'insertion du pétiole pour 99 variétés) et les populations hebdomadaires de jassides par feuille en 1997

	populations hebdomadaires de jassides par cm de nervure médiane tous stades confondus		
	age de la feuille en semaine		
	2	3	4
nervure médiane à 12 jours	-0,070		
nervure médiane à 19 jours		0,198	
nervure médiane à 26 jours			0,196
pétiole nectaire à 12 jours	0,013		
pétiole nectaire à 19 jours		0,194	
pétiole nectaire à 26 jours			0,124

Tableau 3 : relations (coefficients de corrélation pour 100 variétés) entre la dimension de la nervure médiane des feuilles (ou la distance entre nectaire et le point d'insertion du pétiole pour 99 variétés) et les estimations de pontes par adulte

	pontes par adulte au cours de la croissance de la feuille			
	age de la feuille en semaine			
	1	2	3	4
nervure médiane à 5 jours	0,008			
nervure médiane à 12 jours		0,158		
nervure médiane à 19 jours			0,203	
pétiole nectaire à 26 jours				0,184
pétiole nectaire à 12 jours		0,114		
pétiole nectaire à 19 jours			0,044	
pétiole nectaire à 26 jours				0,046

Tableau 4 : densité moyenne de glandes à gossypol pour 95 variétés et % de variétés ayant une densité de glandes à gossypol comprise entre 0,3 et 0,8/mm² au niveau des sépales en fonction du numéro d'ordre de la branche fructifère

	numéro d'ordre de la branche fructifère en partant du sommet du plant					
	1	2	3	4	5	6
densité moyenne (nombre/mm ²)	1,10	0,85	0,77	0,76	0,72	0,70
% de variétés avec une densité de glandes à gossypol de 0,3 à 0,8/mm ²	9,5	47,4	62,1	70,5	72,6	75,8

Tableau 5 : coefficients de corrélation entre les infestations d'*H. armigera* et les densités de glandes à gossypol au niveau des sépales parmi 98 variétés à feuilles normales

	branche fructifère	infestations d' <i>H. armigera</i> / plant			
		1997		1998	
		oeufs	chenilles	oeufs	chenilles
densité de glandes à gossypol par mm ²	1	0,031	0,121	0,068	-0,027
densité de glandes à gossypol par mm ²	2	-0,095	0,123	0,064	-0,109
densité de glandes à gossypol par mm ²	3	-0,043	0,189	0,118	-0,046
densité de glandes à gossypol par mm ²	4	-0,124	0,127	0,120	-0,076
densité de glandes à gossypol par mm ²	5	0,008	0,081	0,108	-0,027
densité de glandes à gossypol par mm ²	6	0,009	0,126	0,079	-0,116

Tableau 6 : relations (coefficients de corrélation) entre quelques caractéristiques de développement du cotonnier au 90ième jour après semis et les infestations d' *H. armigera* enregistrées en 1997 et 1998

			nombre de branches végétatives par plant	nombre de branches fructifères par plant	numéro du noeud de la première branche fructifère	nombre de sites fructifères par plant sur branches fructifères	nombre de sites fructifères par plant sur branches végétatives
<i>H. armigera</i>	1997	oeufs par plant	0,043	0,013	-0,084	0,176	0,093
		chenilles par plant	0,119	0,071	-0,060	0,052	0,045
	1998	oeufs par plant	0,270	-0,120	0,102	0,029	-0,065
		chenilles par plant	0,061	-0,136	-0,042	0,145	0,060

Tableau 7 : coefficients de corrélation entre les infestations de jassides enregistrées en 1997 et les observations foliaires faites à propos des pontes de jassides

	age minimal de la feuille avec des éclosions	age de la feuille avec le maximum d'éclosions	age maximal de la feuille avec des éclosions	durée pendant laquelle une feuille permet des pontes
populations hebdomadaires de jassides / feuille	- 0,235	0,125	0,352	0,384